

### Komentovaný metodický list č. 06

Vytvořil: Ing. Petr Marcián, Ing. Zdeněk Florian, CSc., Ing. Michal Mrázek v rámci grantového projektu FRVŠ 1402/2010/G1

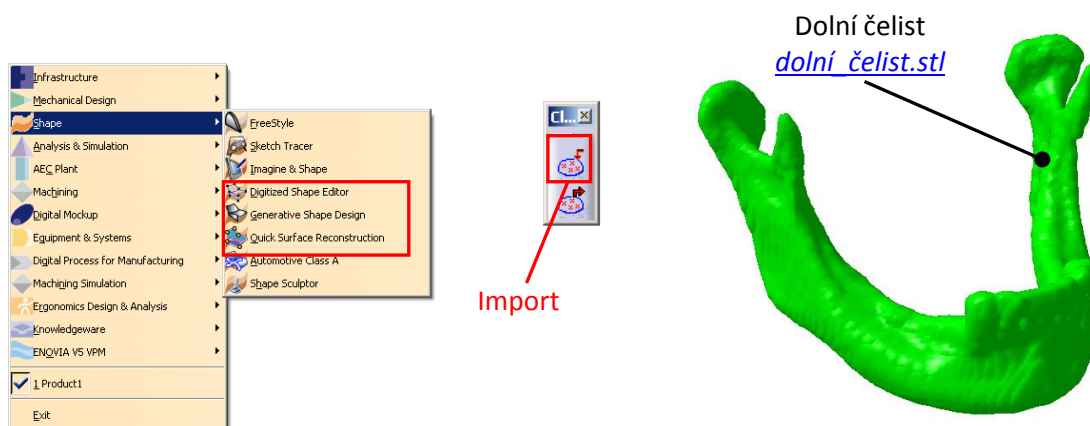
**Téma:** Práce se soubory STL v software CATIA.

**Zadání:** Z dodané STL sítě spodní čelisti odstraňte část chrupu a vytvořte plošný model.

### Řešení:

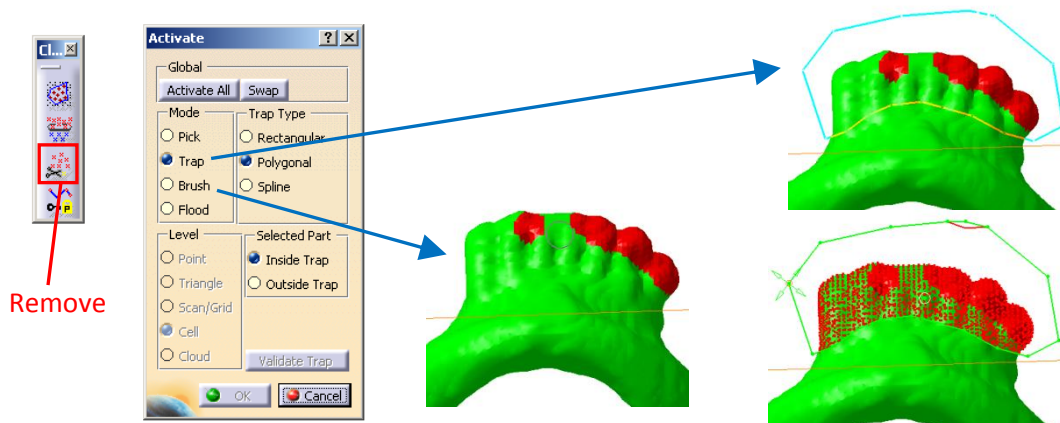
Program CATIA obsahuje moduly, v nichž je možné upravovat a vytvářet polygonální sítě. Jedná se o „Digitized Shape Editor“, který umožňuje načítání STL sítě, „Generative Shape Design“ a „Quick Surface Reconstruction“ slouží k tvorbě ploch (obr. 1).

V modulu „Digitized Shape Editor“ načtete funkcí „Import“ polygonální síť spodní čelisti vytvořené v programu STL Model Creator z CT snímků (obr. 1).



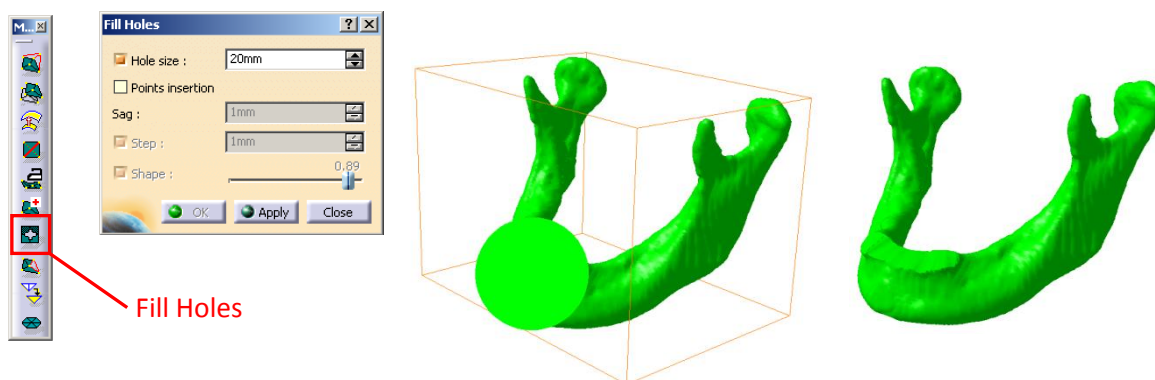
Obr. 1: Import modelu spodní čelisti ve formátu STL.

Pomocí funkce „Remove“ v panelu Cloud Edition odstraníme zbytky chrupu z modelu (obr. 2). Tato funkce umožňuje výběr z několika možností jak vybrat síť patřící k chrupu. Použijeme možnost „Trap“ a „Brush“. Trap funguje jako výběrový štětec a může se stát, že zůstanou po této selekci volné objekty. Brush umožňuje výběr pomocí polygonu - všechny objekty budou ve vybrané oblasti smazány.



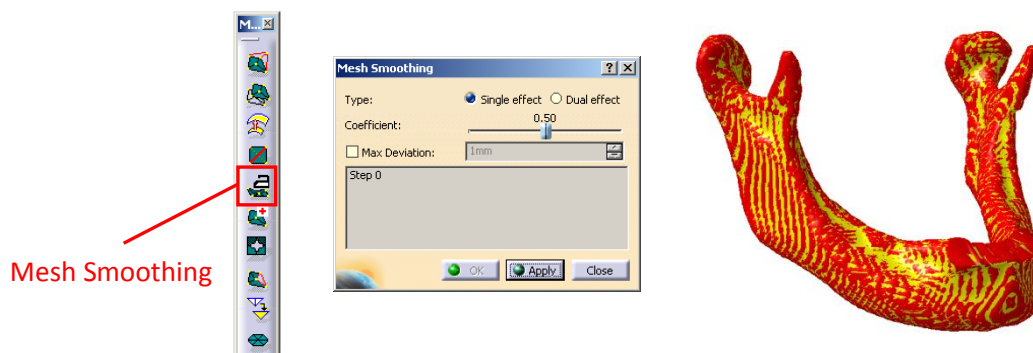
Obr. 2: Odstranění zbytků chrupu.

Nyní je síť děravá a je nutné zalepit vzniklý otvor. To provedeme pomocí funkce „Fill Holes“ v panelu Mesh. Je nutné nastavit rozměr díry větší než je ve skutečnosti. K tomu slouží jako grafický výstup koule (obr. 3).



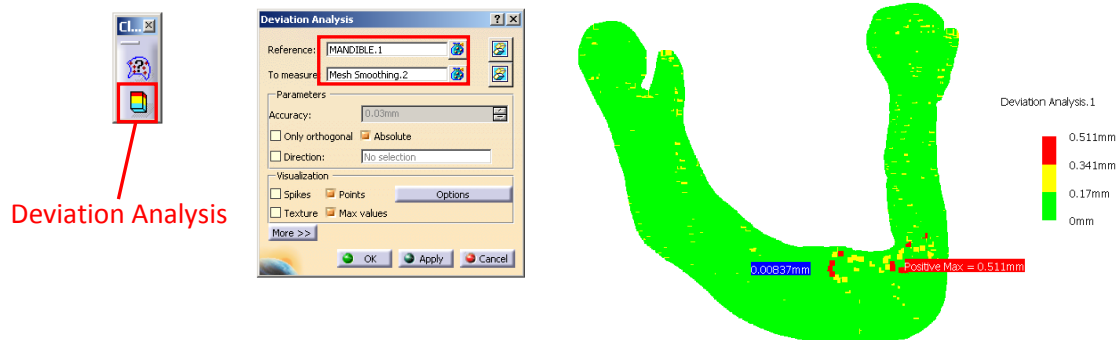
Obr. 3: Zalepení děr.

Veškeré dříve provedené operace jsou nevratné. Následně provedte vyhlazení sítě pomocí funkce „Mesh Smoothing“. Tato funkce vytvoří novou síť, která při srovnání s původní neobsahuje řadu výčnělků a je spojitější (obr. 4).



Obr. 4: Srovnání vyhlazené a původní STL sítě.

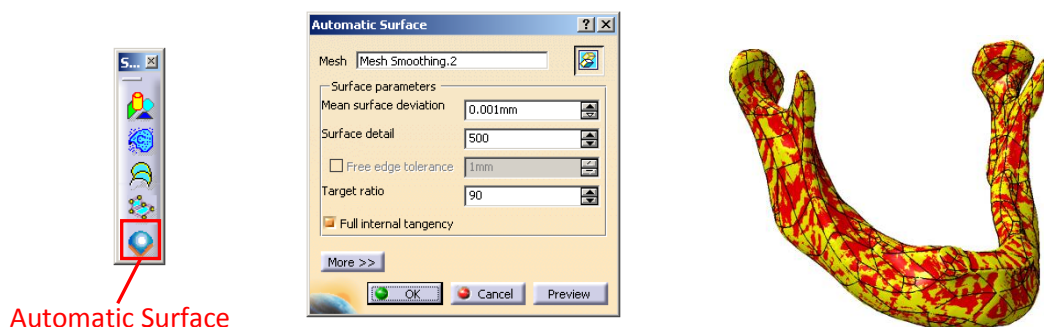
Srovnání odchylek je možné provést pomocí funkce „Deviation Analysis“. Nejprve vybereme referenční geometrii, například původní síť a k ní vyhlazenou síť. Pomocí barevné stupnice je možné hodnotit vzniklé odchylky (obr. 5). Největší rozdíly jsou v místě odstranění zubů, je to logické, protože došlo vyhlazení ostrých hran vniklých po záplatování.



Obr. 5: Srovnání odchylek sítí.

### Automatická tvorba ploch

Ze sítě je možné přímo vygenerovat plošný respektive objemový model. Přepneme se tedy do modulu „Quick Surface Reconstruct“ a pomocí funkce „Automatic Surface“ vytvoříme plošný model (obr. 6). Zvýšením množství vytvářených ploch a snížením odchylky vznikne přesnější model.

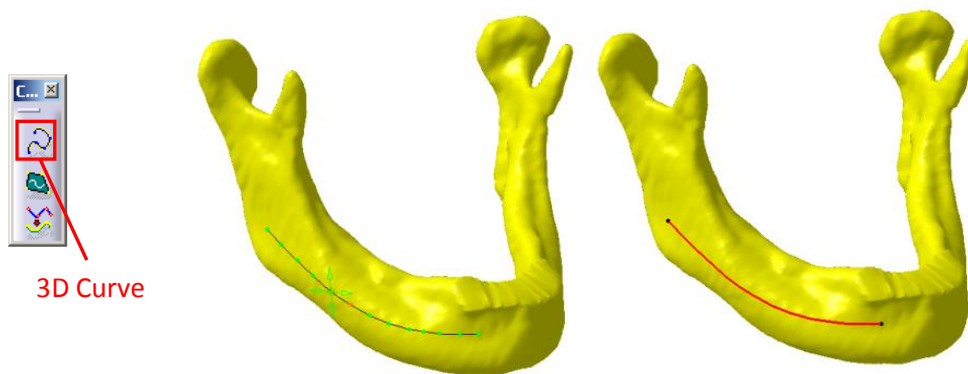


Obr. 6: Plošný model spodní čelisti.

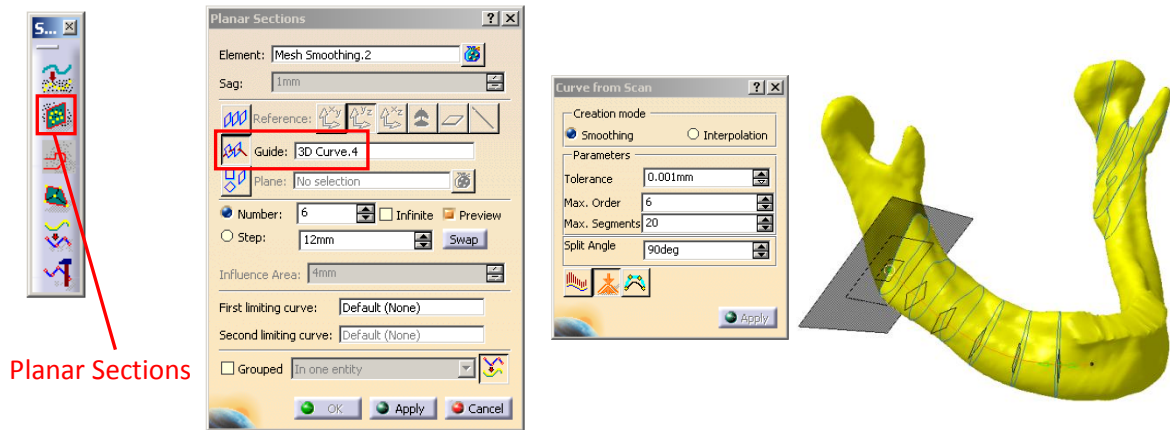
### Řízená tvorba ploch

Pro tvorbu ploch s předem definovanými hranicemi je možné využít řadu způsobů. Pro snadnější obdržení obrysu čelisti je vhodné vytvořit ve vybraných rovinách řezy. Nejprve pomocí funkce „3D Curve“ na síti nakreslete křivku, která koresponduje se zakřivením čelisti (obr. 7). Hustotu bodů volte podle uvážení. Jednotlivými uzly je možné volně po síti pohybovat, aniž by došlo k oddělení (křivka stále drží na síti).

Pomocí funkce „Planar Sections“ vytvoříme sérii rovin, v nichž se automaticky vygeneruje řez sítě v podobě křivky (obr. 8). V rozšířeném nastavení vybereme možnost nastavení křivky „Smoothing“, která s jistou tolerancí kopíruje tvar sítě v dané rovině.

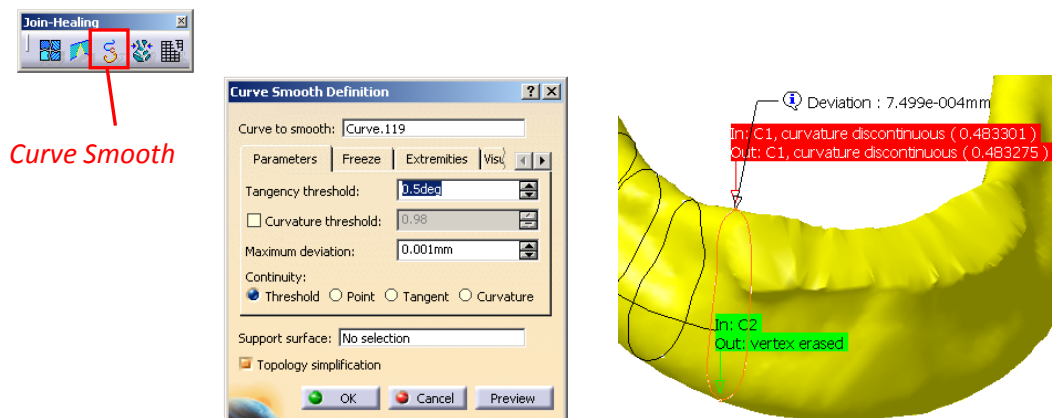


Obr. 7: Vytvoření vodící křivky pro řezy.



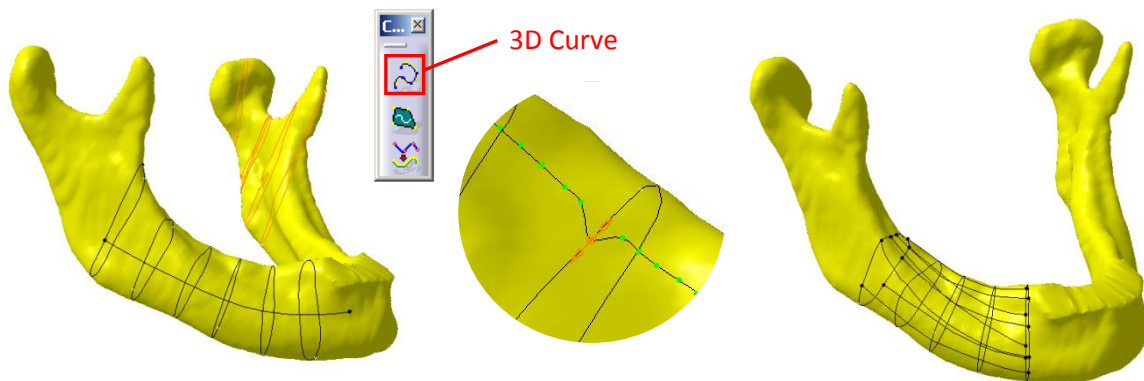
Obr. 8: Série rovin s řezy dolní čelisti.

V některých případech se může vytvořit nespojitá křivka. Proto je bezpečnější v modulu „Generative Shape Design“ pomocí funkce „Curve Smooth“ opravit její hranice s defaultním nastavením tolerancí (obr. 9).



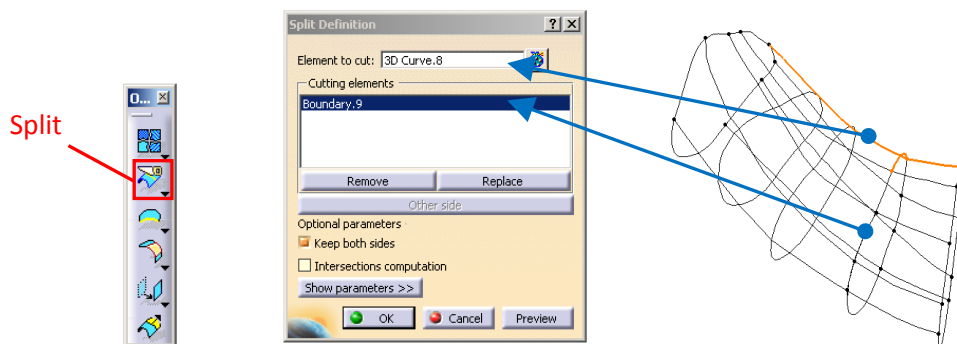
Obr. 9: Oprava hranice křivky.

Na protější straně v oblasti rámsu a kondylu dolní čelisti jsou přebytečné řezy, které nejsou potřeba. Smažte je a stejnou funkcí jakou při tvorbě vodící křivky pro roviny řezu, vytvářejte křivky asociované s řezy (obr. 10).



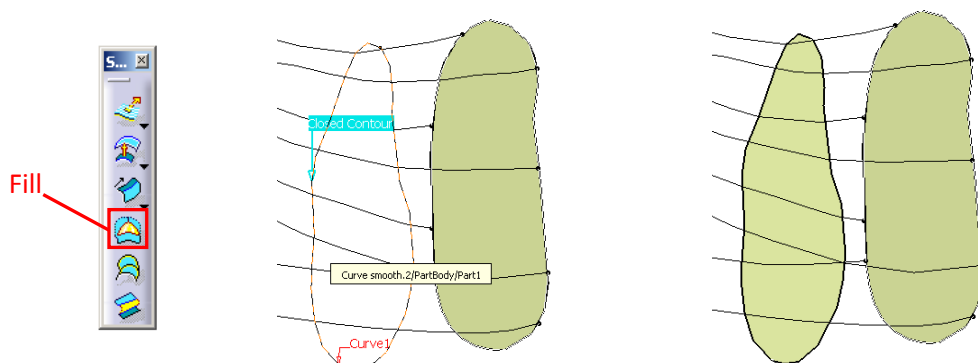
Obr. 10. Vytvoření vodící křivky pro řezy.

Pro tvorbu ploch je nutné rozdělit křivky na jednotlivé uzavřené hranice. Rozřezání křivek provedete pomocí funkce „Split“. Nejprve vyberete křivku, která je dělená a poté křivku dělicí. V nastavení zatrhněte volbu „Keep both sides“, aby se zachovaly obě strany rozdělné křivky (obr. 11).



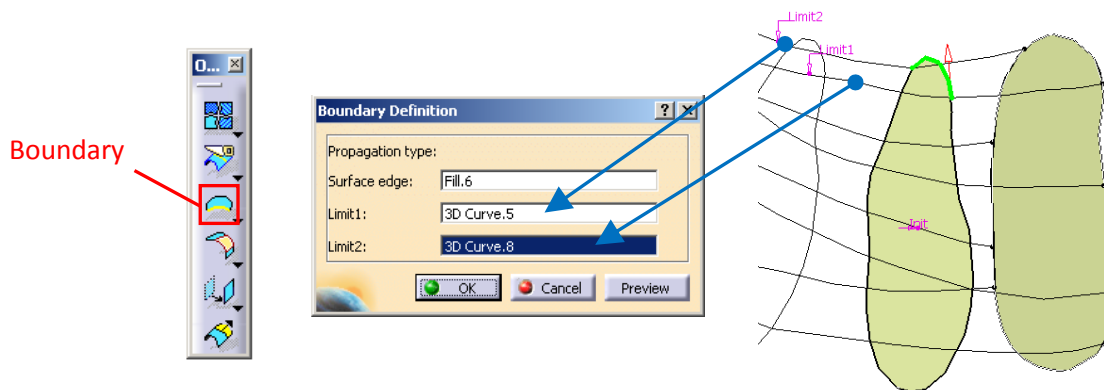
Obr. 11: Rozdělení křivek.

Nyní je nutné rozdělit křivky v řezech. Křivky popisující obrys řezu nejdou rozdělit křivkami rozdělenými předchozí operací. Je nutné nejprve funkcí „Fill“ vytvořit plochy ve všech řezech (obr. 12).



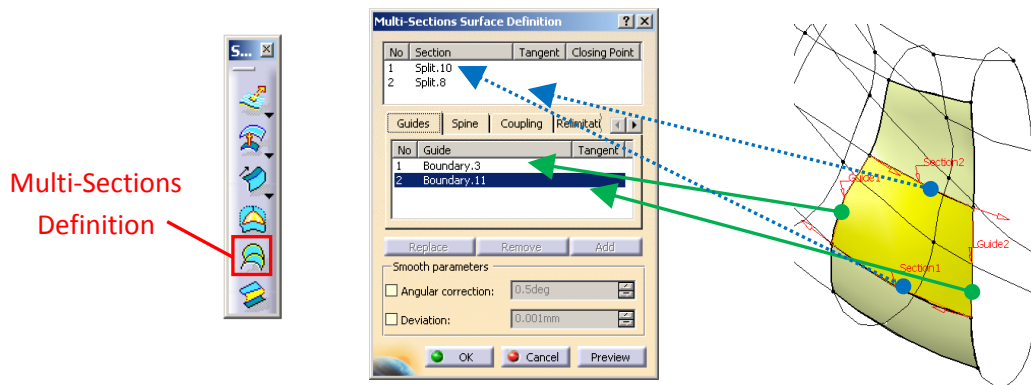
Obr. 12: Plochy v řezech.

Následně pomocí funkce „Boundary“ získáte částečný obrys plochy kopírující původní křivku mezi dvěma vybranými křivkami (obr. 13).



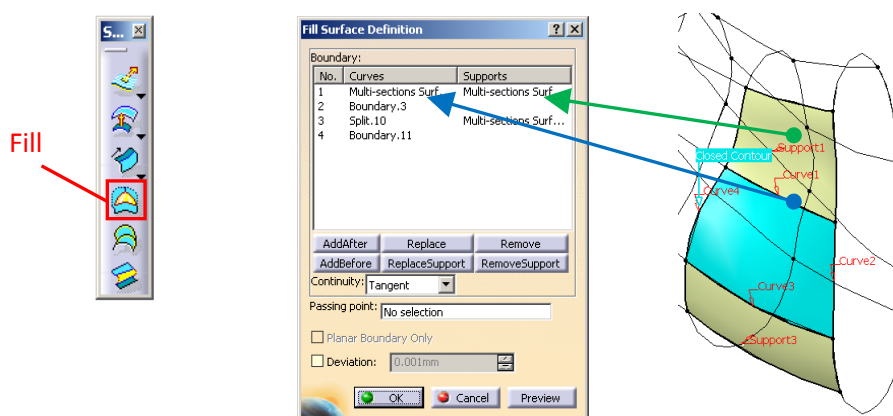
Obr. 13: Hraniční křivka.

Po rozdělení všech křivek je možné plochy vytvářet dvojím způsobem. První z nich je vytažení plochy z jedné křivky do druhé vedené bočními hranicemi (obr. 14) funkcí „Multi-Section Definition“.



Obr. 14: Plocha vytvořená tažením.

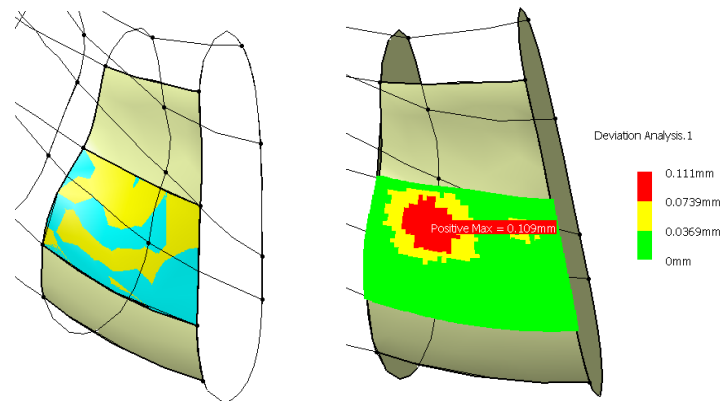
Druhou možností je zalepení pomocí funkce „Fill“, kde je možné využít okolní plochy jako asociované entity a tak vytvořit tečné spojení (obr. 15).



Obr. 15: Plocha vytvořená zalepením.

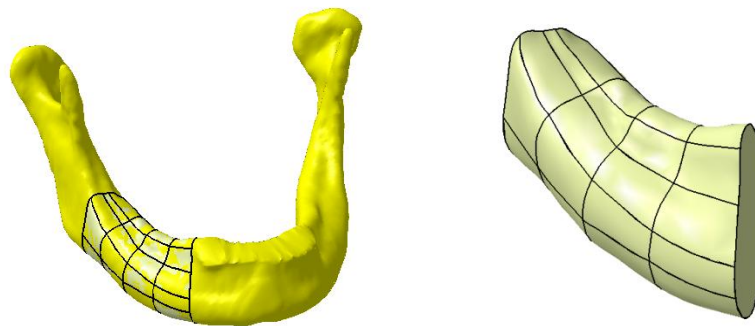


Rozdíl mezi oběma přístupy tvorby ploch je uveden na (obr. 16). Provedte analýzu odchylek podobně, jak je ukázáno na (obr. 5).



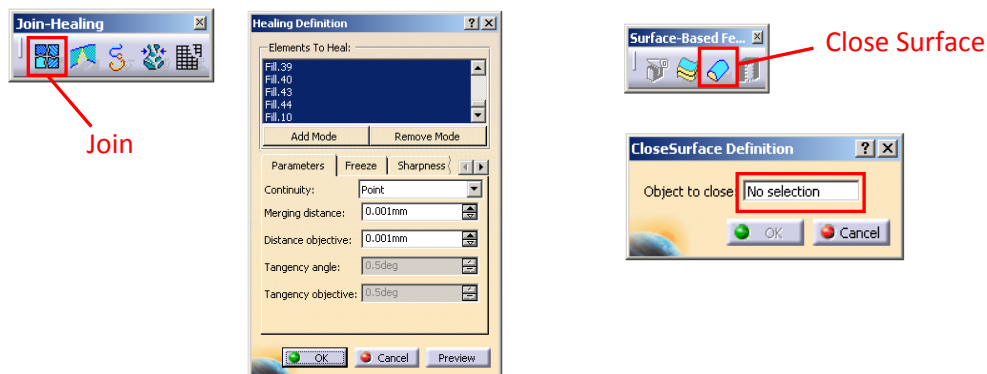
Obr. 16: Srovnání ploch.

Na celém drátovém modelu vytvořte plochy a vnitřní plochy v řezech odstraňte (obr. 17).



Obr. 17: Výsledný plošný model geometrie části spodní čelisti.

Pro další práci, například vytvoření lože pro zub nebo implantát je nutné plochy uzavřít a vytvořit z nich objemové těleso. Nejprve spojíme plochy příkazem „Join“ a poté se přepneme do modulu „Part Design“ a pomocí funkce „Close Surface“ vytvoříte objem. V případě, že se tyto operace nezdaří, jsou pravděpodobně některé plochy nespojitě a je nutné je opravit.



Obr. 18: Tvorba solid tělesa.

## Závěr

Cílem tohoto zadání bylo vytvoření plošného a následně objemového tělesa z STL sítě dolní čelisti.

Součástí dokumentu jsou i [přílohy](#), v nichž jsou vytvořené modely geometrie, jimiž je možné po kliknutí rotovat a pohybovat.

### OTÁZKY A ÚKOLY:

1. Znáte jiné profesionální nástroje sloužící k vytváření ploch?
2. Vytvořte obdobným způsobem rámus spodní čelisti.
3. Pomocí funkce „*Rough Offset*“ vymodelujte spongiózní kost.